

□原 著□

## 術前の肺機能検査による術後人工呼吸からの weaning の予測の指標

左 利 厚 生\* 内 本 亮 吾\*\* 小笠原 弘 子\* 野々上 忠 彦\*\*\*  
横 田 喜美夫\* 山 下 茂 樹\* 米 井 昭 智\* 山 田 京 子\*

### はじめに

近年、手術、麻酔手技ならびに周術期の患者管理の進歩発展は手術患者の適応の拡大をもたらすと同時に、一層正確な術前評価が要求されるようになった。現在でもなお、肺合併症は術後合併症の主要な位置を占め、とくに高齢者の手術の増加は慢性閉塞性肺疾患 (chronic obstructive pulmonary disease, COPD) を有する手術患者の増加をもたらし、COPD はこの疾患のみでも術後肺合併症をもたらす大きな因子となる<sup>1)</sup>。術後人工呼吸の適応を術前肺機能検査値から予測する手技に関する報告は多くある<sup>2)~5)</sup>。Williams と Brenowitz<sup>6)</sup> は Miller ら<sup>2)</sup> の quadrant diagram の “prohibitive” の範囲にある患者の手術を行い、術後肺合併症が少なかったことから、肺機能検査

のみから必要な手術を逃すようなことがあってはならないと結論している。この研究では、肺切除術以外の腹部手術を中心とした患者を対象として、術後人工呼吸を必要とした患者の術前肺機能検査値と血液ガス所見から、人工呼吸器からの weaning の可能性を予測する指標について検討した。

### 症例と方法

術前肺機能検査値が Miller ら<sup>2)</sup> の quadrant diagram の “prohibitive” の範囲に相当する 12 名の腹部手術を主とした患者を対象とした。表 1, 2 に 12 名の手術術式、手術時間、麻酔薬、予後を示す。症例は手術待機中に消化管出血を来し緊急手術を行った以外の 11 名はいずれも予定手術患者であった。術前肺機能検査は座位でスパイロメーター Chest 35 (Chest 社, 東京, 日本) を用い

表 1 長期人工呼吸を必要とした症例の内容 (1 群)

症例	年齢 (歳)	性	体重 (kg)	診断	手術術式 (分)	麻酔薬	人工呼吸 期間(日)	転帰
1	73	女	43	胃腫瘍 気管支喘息	胃切除術 (175)	GOH	37	生
2	67	男	40	胃腫瘍 肺気腫	胃切除術 (165)	GOH	24	生
3	73	男	56	肝腫瘍 肺気腫	肝区域切除術 (130)	NLA	64	死
4	69	女	43	胃腫瘍 気管支喘息	胃腸吻合術 (100)	GOH	25	死
5	72	男	41	胃腫瘍 慢性気管支炎	胃全摘術 (320)	GOH	45	死
6	58	男	55	胃腫瘍 気管支喘息	胃切除術 (150)	GOH	62	死

略語は本文参照

\* 倉敷中央病院麻酔科

\*\* 小倉記念病院麻酔科

\*\*\* 鳥取県立中央病院麻酔科

表 2 長期人工呼吸を必要としなかった症例の内容 (2 群)

症例	年齢 (歳)	性	体重 (kg)	診断	手術術式 (分)	麻酔薬	転帰
7	49	女	39	乳腺腫瘍 陳旧性肺結核	右乳切除 (180)	GOH	生
8	79	女	40	腎腫瘍 肺気腫	左腎摘術 (170)	NLA	生
9	64	女	30	S 状結腸腫瘍 陳旧性肺結核	S 状結腸切除術 (155)	GOE	生
10	51	女	48	乳腺腫瘍 陳旧性肺結核	右乳切除 (155)	GOE	生
11	71	男	48	胃腫瘍 肺気腫	胃切除術 (140)	GOE	生
12	69	男	43	総胆管結石 肺気腫	総胆管空腸吻合術 (210)	GOE	生

略語は本文参照

て、肺機能検査室技師により、強制肺活量 (forced vital capacity, FVC), 1 秒量 (forced expiratory volume in one second, FEV 1.0), 肺活量 (vital capacity, VC) を測定した。%肺活量は VC と予測肺活量の比で、1 秒率 (% expiratory volume in one second, % FEV 1.0) は FEV 1.0 と FVC との比で示した。さらに、VC と FVC 1.0 を測定時の体重で除し、cc/kg で表わした。麻酔導入前に空気吸入時に大腿動脈から採血し、血液ガス分析装置 (178 pH/Blood Gas Analyzer, Corning, MA. 米国) で  $\text{PaO}_2$ ,  $\text{Paco}_2$ , pH, Base Excess を測定した。麻酔は halothane または、enflurane で導入し、pancuronium bromide (ミオブロック) で筋弛緩を得た後に気管内挿管し、麻酔の維持は 50% 酸素と笑気に halothane (GOH), enflurane (GOH) を加えるか、fentanyl と droperidol (NLA) を用いた。術後は全例気管内チューブを留置したまま ICU に収容し、人工呼吸器に接続した。12 名の患者を術後人工呼吸の期間に従って 2 群に分けた。1 群は男子 4 名女子 2 名の計 6 名で、年齢は 58 歳から 73 歳までで、術後 24 日から 73 日まで機械的人工呼吸を行った。6 名の内 2 名 (症例 1, 2) は術後 37 日目と 24 日目に人工呼吸器からの weaning に成功したが、残りの内 2 名 (症例 3, 5) は幾度も weaning を試みたが成功せずに、術後 64 日目と 45 日目に死亡した。他の 2 名は自発呼吸が出現すると循環動態は不安定となり weaning を試みることなく、

術後 25 日目と 62 日目に死亡した。全例に調節呼吸、または補助呼吸を行い吸気中酸素濃度  $\text{FI}_{\text{O}_2}$  0.5 以下で、 $\text{PaO}_2$  を 80 mmHg に維持した。Weaning は、 $\text{FI}_{\text{O}_2} < 0.5$  で  $\text{PaO}_2 > 80$  mmHg,  $\text{Paco}_2 < 60$  mmHg, 意識が明瞭で、自発呼吸下でも循環系が安定していることを確認した後に間欠的強制換気 (intermittent mandatory ventilation, IMV) により開始し、IMV 4 回/分以下で上記の条件が変わらなければ、人工呼吸を中止した。第 2 群は男子 2 名、女子 4 名の計 6 名よりなり、年齢は 49 歳から 79 歳で、全例 ICU で術後数時間の人工呼吸の後に抜管した。

測定値はすべて平均値 (mean)  $\pm$  標準偏差 (SD) で示した。肺機能検査値と血液ガス測定値の 1 群と 2 群間の検定には Wilcoxon test を用い、 $P < 0.05$  を統計学的有意とした。

## 結 果

1 群と 2 群の肺機能検査および血液ガス測定値を表 3, 4 に示す。1 群 ( $12 \pm 2$  cc/kg) と 2 群 ( $18 \pm 3$  cc/kg) の間で FEV 1.0/体重 kg (cc/kg) に有意差を認めた以外は ( $P < 0.025$ ), 他のすべての測定値には有意差をみとめなかった。2 群では全例 FEV 1.0/体重 kg は 15 cc/kg 以上を示し、1 群では 2 例が 15 cc/kg 以上を示し、いずれも術後 37 日目と 24 日目に人工呼吸器から weaning に成功した。一方、人工呼吸器から weaning できずに死亡した症例はいずれも FEV 1.0 は 15 cc/

表 3 長期人工呼吸を必要とした患者の術前肺機能検査と血液ガス測定の結果（1群）

症例	VC cc	VC/BW cc/kg	%VC %	FEV 1.0 cc	FEV 1.0/BW cc/kg	%FEV 1.0 %	PaO <sub>2</sub> mmHg	PaCO <sub>2</sub> mmHg	pH	B.E. mEq/L
1	1,400	33	71	650	15	42	58	48	7.42	4
2	2,100	53	70	580	15	28	69	38	7.43	2
3	3,070	55	116	640	12	23	70	37	7.44	1
4	1,590	37	75	460	11	31	58	38	7.49	5
5	1,890	46	62	550	13	30	55	52	7.45	6
6	2,110	38	62	500	9	25	58	38	7.45	5
mean	2,027	44	76	563	12	30	61	42	7.41	4
SD	584	9	20	76	2	8	6	6	0.09	2

略語は本文参照

表 4 長期人工呼吸を必要としなかった患者の術前肺機能検査と血液ガス測定の結果（2群）

症例	VC cc	VC/BW cc/kg	%VC %	FEV 1.0 cc	FEV 1.0/BW cc/kg	%FEV 1.0 %	PaO <sub>2</sub> mmHg	PaCO <sub>2</sub> mmHg	pH	B.E. mEq/L
7	1,920	49	72	650	17	34	88	43	7.40	2
8	1,790	45	92	850	21	52	86	42	7.41	2
9	690	23	29	480	16	73	67	58	7.40	9
10	2,050	43	84	700	15	35	62	43	7.38	0
11	3,540	66	108	970	18	31	106	36	7.47	3
12	2,100	49	69	980	23	47	54	46	7.42	6
mean	2,015	46	76	771	18*	45	77	45	7.42	4
SD	911	14	27	196	3	16	19	7	0.04	3

\* 1群と比較して有意差あり

kg 未満を示した（9～13 cc/kg）。死亡した4症例のうち、2例は肺炎（緑膿菌）に腎不全、肝不全を合併し（症例3, 5）、1例は悪性腫瘍が進行し（死後剖検で判明した）、他の1例は敗血症で死亡した。手術時間（1群：173±78分、2群：168±25分）、症例の体重（1群：46±7 kg、2群：41±7 kg）では2群間に有意差はなかった。

### 考 察

近年における周術期患者管理の進歩や医療機器、とくにモニター機器や人工呼吸器の進歩発展は、かつては手術は困難と考えられていた患者の手術を可能にし、その結果手術患者の一層正確な術前評価が求められるようになった。術前肺機能検査法として Miller ら<sup>2)</sup>は1956年に簡単な肺機能検査値から閉塞性、拘束性、混合性換気障害と正常の4区画に分けた diagram を作成し、さら

にこの diagram 上に“prohibitive”の範囲を設け、肺機能検査値がこの範囲に入る患者は緊急手術以外の手術は禁忌であるとしたものを導入した。以後この Miller らの diagram は簡便な術前肺機能評価法として広く臨床に用いられてきた。しかしながら Williams と Brenowitz<sup>6)</sup>は術前肺機能検査値が Miller らの“prohibitive”の範囲にある患者16名を手術し、術後1名死亡（6%）、3名に合併症（19%）を認めたに過ぎなかったことから“prohibitive”を“increased risk”に変えるべきである。さらに肺機能検査値のみが“prohibitive”にある理由のみで必要な手術を見送るべきではない、術後合併症の発症が予測されるならば、それを防ぐべくあらゆる努力を払うべきであると主張した。Milledge と Nunn<sup>4)</sup>は15名の COPD 手術患者の術前肺機能検査と血液ガス測定値から術後人工呼吸の適応の指標を示し

た。すなわち、彼らの結果によれば、術後人工呼吸を必要とするかどうかの評価には FEV 1.0 がもっとも適しており、FEV 1.0 が 1 L 以下または %FEV 1.0 が 50% 以下なら血液ガス分析を行い、低酸素血症または、 $\text{PaCO}_2$  が 50 mmHg 以上あれば、術後人工呼吸を勧めている。Gracey ら<sup>5)</sup>は COPD の手術患者を対象として術後肺合併症を予測する術前肺機能検査として最大呼気中間流量が単一の指標としてはもっとも信頼できることを示した。Schwaber<sup>7)</sup>は肺活量が 1 L 以下または FEV 1.0 が 500 cc 以下の患者は致命的疾患の手術以外はすべきでないと主張している。しかし前にも触れた Williams と Brenowitz<sup>6)</sup>の報告の中の患者にはこの範疇に当てはまる患者が 3 名あり 1 名に肺合併症を認めたのみであった。われわれの症例では、Schwaber の範疇に入る患者は 3 名ありうち 2 名は人工呼吸器から weaning できずに死亡した。一方、他の死亡した 2 名は肺活量が 1 L 以上、FEV 1.0 が 500 cc 以上を示した。このように、これらの研究は術前肺機能検査値から術後の人工呼吸の必要性を予測することができることを示した。しかし一旦人工呼吸器に接続した場合に weaning が可能かどうかは教えてくれない。手術を予定された、術後人工呼吸を必要とする程の低肺機能の患者にとって重要なことは術後人工呼吸器から weaning が可能かどうかを術前の検査値から正確に判断できることである。この研究では、術前検査としてルーチンに行われている、肺機能検査値と血液ガス測定値では、FEV 1.0/体重 kg を除いて、術後長期人工呼吸を必要とした症例（1 群）としなかった症例（2 群）の間に統計学的有意差を認めなかった。しかし肺機能検査値の内 FEV 1.0 を症例の体重で除した値（FEV 1.0/体重 kg）のみに両群間で有意差を認めた（ $P<0.025$ ）。2 群の症例はいずれも FEV 1.0/体重 kg は 15 cc/kg 以上あり、長期人工呼吸を必要としたが weaning できた 1 群の 2 名は FEV 1.0/体重 kg=15 cc/kg であった。これらの結果は術前肺機能検査値の内 FEV 1.0/体重 kg=15 cc/kg が術後人工呼吸器から weaning 可能な限界値かもしれないことを示唆している。少なくとも、術前肺機能検査値で FEV 1.0/体重 kg が 15

cc/kg あれば、たとえ術後人工呼吸が長期となっても weaning が可能であろう。悪性腫瘍の進行で死亡した症例 6 を除いた、死亡した 3 例は ICU での濃厚な治療にも関わらず術後短くて 25 日、長くて 64 日目に呼吸不全に重篤な合併症が加わり死亡した。腹部手術予定患者では、術前肺機能検査値のうち FEV 1.0/体重 kg が 15 cc/kg 未満であれば術後は人工呼吸による呼吸補助を必要とし、致命的な合併症をもたらし、人工呼吸からの weaning は困難なことが予測される。

近代麻酔学領域における周術期患者管理の進歩は目ざましいものがあり、とくに麻酔科医によるきめ細かい呼吸管理により手術中の管理困難な呼吸障害の問題はほとんど見られなくなった。むしろ問題は手術後患者が自分自身で呼吸しなければならない術後にある<sup>8)</sup>。したがって、術前肺機能検査の意義は、肺機能が低下しているから手術が可能かどうかを問題にするのではなくて、術後どの程度の呼吸が可能かどうかを推測することができ、さらに、術後人工呼吸器に接続した場合に weaning の可能性まで評価可能な正確な指標となることが望ましい。

## 結 語

腹部手術を主とした予定手術患者 11 名と緊急手術患者 1 名の計 12 名を対象として、術後長期人工呼吸を必要とした 6 名（1 群）と、そうでなかった 6 名（2 群）の 2 群に分けて、術前肺機能検査値と血液ガス測定値から術後人工呼吸器からの weaning の可能性を予測する指標について検討した。術前肺機能検査のうち、FEV 1.0/体重 kg のみに両群に統計学的有意差を認めた以外は、他の肺機能検査値、血液ガス測定値に有意差を認めなかった。術後長期人工呼吸を必要としなかった 2 群の患者は FEV 1.0/体重 kg $\geq$ 15 cc/kg を示し、術後長期人工呼吸を必要とした 1 群の患者は FEV 1.0/体重 kg $\leq$ 15 cc/kg を示した。このうち、FEV 1.0/体重 kg=15 cc/kg を示した 2 名は術後長期人工呼吸を必要としたが術後 37 日、24 日目に weaning に成功した。以上の結果から、術前肺機能検査として、FEV 1.0/体重 kg は肺機能低下患者の術後肺機能を予測する指標として信

頼できるものである。そして、FEV 1.0/体重 kg $\geq$  15 cc/kgであればたとえ術後人工呼吸が長期となっても weaning は可能である。

なお、この研究の要旨は昭和 62 年第 34 回日本麻酔学会総会（東京）で報告した。

#### 文 献

- 1) Tarhan S, Moffitt EA, et al : Risk of anesthesia and surgery in patients with chronic bronchitis and chronic obstructive pulmonary disease. *Surgery* 74 : 720-726, 1973.
  - 2) Miller WF, Wu N, et al : Convenient method of evaluating pulmonary ventilatory function with single breath test. *Anesthesiology* 17 : 480-493, 1956
  - 3) Redding JS, Yakaitis RW : Predicting the need for ventilatory assistance. *Md State Med J* 19 : 53-57, 1970
  - 4) Milledge JS, Nunn : Criteria of fitness for anaesthesia in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Br Med J* 3 : 670-673, 1979
  - 5) Gracey DR, Divertie MB, et al : Preoperative pulmonary preparation of patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Chest* 76 : 123-129, 1979
  - 6) Williams CD, Brenowitz JB : " Prohibitive " lung function and major surgical procedures. *Am J Surg* 132 : 763-766, 1979
  - 7) Schwaber JR : Evaluation of respiratory status in surgical patients. *Surg Clin North Am* 50 : 637-644, 1970
  - 8) 天羽敬祐 : 呼吸機能検査. *外科治療* 37 : 604-610, 1977
-